

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-344246
 (43)Date of publication of application : 29.11.2002

(51)Int.Cl.

H03D 9/06
 H03D 7/00
 H03D 7/02

(21)Application number : 2001-147668

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 17.05.2001

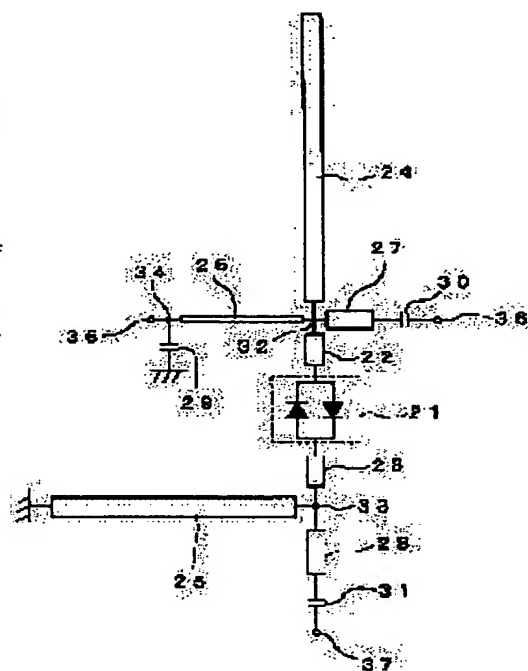
(72)Inventor : YAMADA ATSUSHI

(54) EVEN HARMONIC MIXER AND HIGH-FREQUENCY COMMUNICATION CIRCUIT NETWORK APPARATUS USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain output which is small in the amount of conversion loss and sufficient.

SOLUTION: One end of a first transmission line 22 is connected to one end of a pair 21 of antiparallel diodes, and a tip opening stub 24 is connected to the other 32 of the first transmission line 22. In addition, one end of a second transmission line 23 is connected to the other of the pair 21 of antiparallel diodes, and the tip short-circuiting stub 25 is connected to the other 33 of the second transmission line 23. In this manner, the transmission lines 22 and 23 are provided at both the sides of the pair 21 of antiparallel diodes for adjusting the electric length of the tip opening stub 24, thus cancelling the junction capacity of the diode composing the pair 21 of antiparallel diodes, and hence improving frequency conversion and output characteristics in the even harmonic mixer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.01.2003
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

Best Available Copy

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-344246

(P2002-344246A)

(43) 公開日 平成14年11月29日 (2002. 11. 29)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 3 D 9/06
7/00
7/02

H 0 3 D 9/06
7/00
7/02

A
E
B

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-147668 (P2001-147668)

(22) 出願日 平成13年 5 月 17 日 (2001. 5. 17)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 山田 敦史

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100062144

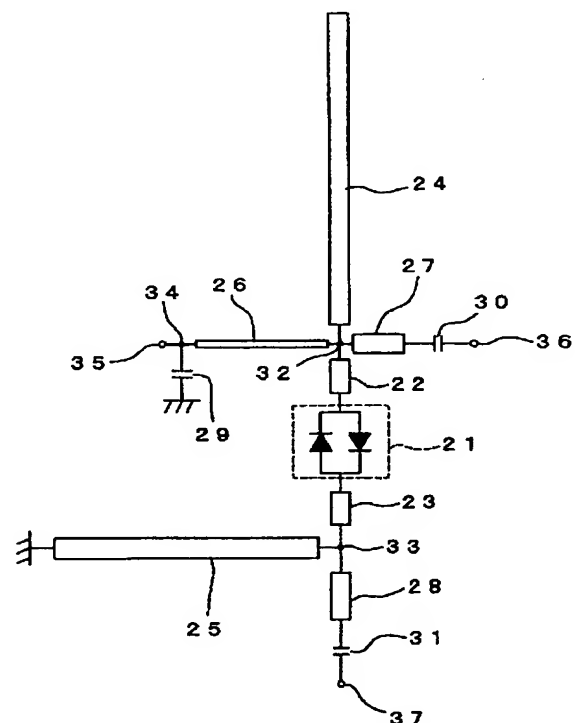
弁理士 青山 葆 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 偶高調波ミキサおよびそれを用いた高周波通信回路装置

(57) 【要約】

【課題】 変換損が小さく十分な出力を得る。

【解決手段】 アンチパラレルダイオードペア 2 1 の一端に第 1 伝送線路 2 2 の一端を接続し、この第 1 伝送線路 2 2 の他端 3 2 に先端開放スタブ 2 4 を接続している。また、アンチパラレルダイオードペア 2 1 の他端に第 2 伝送線路 2 3 の一端を接続し、この第 2 伝送線路 2 3 の他端 3 3 に先端短絡スタブ 2 5 を接続している。このように、アンチパラレルダイオードペア 2 1 の両側に伝送線路 2 2, 2 3 を設けて先端開放スタブ 2 4 の電気長を調整することによって、アンチパラレルダイオードペア 2 1 を構成するダイオードの接合容量がキャンセルされ、偶高調波ミキサの周波数変換特性および出力特性が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2つのダイオードを夫々の極性を逆にして並列に接続して成るアンチパラレルダイオードペアを有する偶高調波ミキサにおいて、
上記アンチパラレルダイオードペアの両端における少なくとも一方に伝送線路の一端が接続され、
上記アンチパラレルダイオードペアの一端またはこの一端に接続された上記伝送線路に、先端開放スタブが接続され、
上記アンチパラレルダイオードペアの他端またはこの他端に接続された上記伝送線路に、先端短絡スタブが接続され、
上記アンチパラレルダイオードペアまたは伝送線路と上記先端開放スタブとの接続点に、高周波信号用伝送線路および中間周波信号用伝送線路の一端が接続され、
上記アンチパラレルダイオードペアまたは伝送線路と上記先端短絡スタブとの接続点に、局発信号用伝送線路の一端が接続されると共に、
上記各伝送線路の電気長の合計が、高周波信号の波長に対して 20° 以上且つ 60° 以下であることを特徴とする偶高調波ミキサ。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の偶高調波ミキサにおいて、
上記先端短絡スタブの電気長が高周波信号の波長に対して略 180° であり、上記先端開放スタブの電気長が高周波信号の波長に対して 200° 以上且つ 240° 以下であることを特徴とする偶高調波ミキサ。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の偶高調波ミキサにおいて、
上記中間周波信号用伝送線路の他端に、一端が接地されたキャパシタの他端が接続され、
上記中間周波信号用伝送線路とキャパシタとの接続点に中間周波信号用端子を設けると共に、
上記中間周波信号用伝送線路およびキャパシタの実効的な電気長が高周波信号の波長に対して略 90° であることを特徴とする偶高調波ミキサ。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の偶高調波ミキサにおいて、
上記中間周波信号用伝送線路の他端に低域通過フィルタの一端が接続され、
上記低域通過フィルタの他端に中間周波信号用端子を設けたことを特徴とする偶高調波ミキサ。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の偶高調波ミキサにおいて、
上記低域通過フィルタは、直列に接続された第 1 インダクタと第 2 インダクタとの接続点に、一端が接地されたキャパシタの他端が接続されて構成されていることを特徴とする偶高調波ミキサ。

【請求項 6】 請求項 4 に記載の偶高調波ミキサにおいて、

上記先端短絡スタブの電気長が高周波信号の波長に対して略 180° であり、

上記先端開放スタブの電気長が高周波信号の波長に対して略 180° であり、

上記中間周波信号用伝送線路の電気長が高周波信号の波長に対して 20° 以上且つ 60° 以下であることを特徴とする偶高調波ミキサ。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の偶高調波ミキサを、アップコンバータおよびダウンコンバータの少なくとも一方として使用したことを特徴とする高周波通信回路装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、マイクロ波ミリ波通信装置に用いられる偶高調波ミキサ、及び、それを用いた高周波通信回路装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 図 9 は、例えば、特許第 2795972 号に記載されている従来の偶高調波ミキサの構成図である。この偶高調波ミキサにおいては、高周波信号(周波数 f_{rf})と局発信号(周波数 f_{lo})とを入力し、中間周波信号(周波数 f_{if})として f_{lo} の偶数倍と f_{rf} との差の周波数の局波数を出力するダウンコンバータ用偶高調波ミキサの例である。

【0003】 図 9 において、1 は高周波信号端子、2 は局発信号端子、3 は中間周波信号端子、4a、4b はダイオードである。このダイオード 4a、4b は、逆極性で並列接続されており、アンチパラレルダイオードペア 5 を構成している。また、6 は中間周波信号を通過させる低域通過フィルタ、7 は高周波信号を通過させる帯域通過フィルタであり、共にアンチパラレルダイオードペア 5 の第 1 の端子 8 に接続されている。さらに、この第 1 の端子 8 には、局発信号周波数に対して略 $1/4$ 波長の先端開放スタブ 10 が接続されている。一方、アンチパラレルダイオードペア 5 の第 2 の端子 9 には、局発信号周波数に対して略 $1/4$ 波長の先端短絡スタブ 11 が接続されている。尚、低域通過フィルタ 6 及び帯域通過フィルタ 7 で、分波器 12 を構成している。

【0004】 上記構成を有するダウンコンバータ用偶高調波ミキサは次のように動作する。すなわち、局発信号端子 2 から周波数 f_{lo} の局発信号を入力して、アンチパラレルダイオードペア 5 の第 2 の端子 9 に加える。一方、高周波信号端子 1 から周波数 f_{rf} の高周波信号を入力して、帯域通過フィルタ 7 を介してアンチパラレルダイオードペア 5 の第 1 の端子 8 に加える。そうすると、次式で与えられる混合波(周波数 f_{out})が、アンチパラレルダイオードペア 5 の両端に発生する。

$$f_{out} = |f_{rf} \pm 2mf_{lo}|$$

ここで、 m ：整数

そして、この混合波のうち、例えば次式で与えられる周

波数 f_{if} の信号を選択して、中間周波信号として中間周波信号端子 3 から出力するのである。

$$f_{if} = f_{rf} - 2mf_{lo}$$

【0005】ここで、上記中間周波信号の周波数 f_{if} が、周波数 f_{rf} と比較して十分小さい場合には、局発信号周波数 f_{lo} に対して略 $1/4$ 波長の先端開放スタブ 10 との接続点 8 は、高周波信号 f_{rf} に対しては開放、局発信号 f_{lo} に対しては短絡として機能する。一方、局発信号周波数 f_{lo} に対して略 $1/4$ 波長の先端短絡スタブ 11 との接続点 9 は、高周波信号 f_{rf} に対しては短絡、局発信号 f_{lo} に対しては開放として機能する。局発信号と高周波信号はお互いにアイソレーションが取れる。また、局発信号の偶高調波信号は、アンチパラレルダイオードペア 5 内でキャンセルされるために、どこからも出力されない。

【0006】尚、上記構成を有するダウンコンバータ用偶高調波ミキサは、中間周波信号を中間周波信号端子 3 に入力し、局発信号を局発信号端子 2 に入力して、高周波信号を高周波信号端子 1 から出力するアップコンバータ用ミキサとして機能させてもよい。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の偶高調波ミキサにおいては、使用する周波数が非常に高い場合には、ダイオード 4a、4b の接合容量のために、変換損が増大したり十分な出力が得られない等の問題がある。

【0008】そこで、この発明の目的は、変換損が小さく十分な出力が得られる偶高調波ミキサおよびそれを用いた高周波通信回路装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第 1 の発明は、2 つのダイオードを夫々の極性を逆にして並列に接続して成るアンチパラレルダイオードペアを有する偶高調波ミキサにおいて、上記アンチパラレルダイオードペアの両端における少なくとも一方に伝送線路の一端が接続され、上記アンチパラレルダイオードペアの一端またはこの一端に接続された上記伝送線路に、先端開放スタブが接続され、上記アンチパラレルダイオードペアの他端またはこの他端に接続された上記伝送線路に、先端短絡スタブが接続され、上記アンチパラレルダイオードペアまたは伝送線路と上記先端開放スタブとの接続点に、高周波信号用伝送線路および中間周波信号用伝送線路の一端が接続され、上記アンチパラレルダイオードペアまたは伝送線路と上記先端短絡スタブとの接続点に、局発信号用伝送線路の一端が接続されると共に、上記各伝送線路の電気長の合計が、高周波信号の波長に対して 20° 以上且つ 60° 以下であることを特徴としている。

【0010】ここで、上記電気長は、

$$\theta = 2\pi \cdot l / \lambda$$

と定義される。但し、 θ は電気長であり、 l は伝送線路の長さであり、 λ は伝送線路における実効波長である。

【0011】上記構成によれば、アンチパラレルダイオードペアの両端または何れか一方に接続されている伝送線路によって、上記アンチパラレルダイオードペアを構成する 2 つのダイオードの接合容量がキャンセルされる。したがって、本偶高調波ミキサの周波数変換特性および出力特性が向上される。

【0012】また、1 実施例では、上記第 1 の発明の偶高調波ミキサにおいて、上記先端短絡スタブの電気長が高周波信号の波長に対して略 180° であり、上記先端開放スタブの電気長が高周波信号の波長に対して 200° 以上且つ 240° 以下であることを特徴としている。

【0013】この実施例によれば、上記先端短絡スタブは、接続点において高周波信号に対しては短絡と見なせるのに対して、局発信号に対しては開放と見なすことができるため、何も接続されていないのに等しい。したがって、上記先端開放スタブの電気長が調整されることによって、上記アンチパラレルダイオードペアの接合容量がより厳密にキャンセルされる。

【0014】また、1 実施例では、上記第 1 の発明の偶高調波ミキサにおいて、上記中間周波信号用伝送線路の他端に、一端が接地されたキャパシタの他端が接続され、上記中間周波信号用伝送線路とキャパシタとの接続点に中間周波信号用端子を設けると共に、上記中間周波信号用伝送線路およびキャパシタの実効的な電気長が高周波信号の波長に対して略 90° であることを特徴としている。

【0015】この実施例によれば、上記中間周波信号用伝送線路およびキャパシタの実効的な電気長が高周波信号の波長に対して略 90° になっているので、高周波信号に対して上記中間周波信号用伝送線路は開放に見え、何も接続されていないのと等しくなる。その結果、本偶高調波ミキサの周波数変換特性および出力特性が向上することに加えて、上記高周波信号、局発信号および中間周波信号がお互いにアイソレーションが取れるようになる。

【0016】また、1 実施例では、上記第 1 の発明の偶高調波ミキサにおいて、上記中間周波信号用伝送線路の他端に低域通過フィルタの一端が接続され、上記低域通過フィルタの他端に中間周波信号用端子を設けたことを特徴としている。

【0017】この実施例によれば、上記先端開放スタブの電気長が高周波信号の波長に対して略 180° であり、上記中間周波信号用伝送線路の電気長が高周波信号の波長に対して 20° 以上且つ 60° 以下である場合には、上記低域通過フィルタは高周波信号に対して開放と見えるため、上記中間周波信号用伝送線路は、高周波信号に対して電気長が 20° 以上且つ 60° 以下の先端開放スタブと等価になる。その場合には、上記中間周波信号

用伝送線路で実現された等価的な先端開放スタブの電気長を調整することによって、上記アンチパラレルダイオードペアの接合容量をより厳密にキャンセルすることが可能になる。

【0018】また、1実施例では、上記中間周波信号用伝送線路上記低域通過フィルタが接続された偶高調波ミキサにおいて、上記低域通過フィルタは、直列に接続された第1インダクタと第2インダクタとの接続点に、一端が接地されたキャパシタの他端が接続されて構成されていることを特徴としている。

【0019】また、1実施例では、上記中間周波信号用伝送線路に低域通過フィルタが接続された偶高調波ミキサにおいて、上記先端短絡スタブの電気長が高周波信号の波長に対して略180°であり、上記先端開放スタブの電気長が高周波信号の波長に対して略180°であり、上記中間周波信号用伝送線路の電気長が高周波信号の波長に対して20°以上且つ60°以下であることを特徴としている。

【0020】この実施例によれば、上記先端開放スタブは、その電気長が高周波信号の波長に対して略180°となっているため上記高周波信号に対しては開放となり、何も接続されていないのと等しい。一方、上記低域通過フィルタは高周波信号に対して開放と見え、且つ、上記中間周波信号用伝送線路の電気長は高周波信号の波長に対して20°以上且つ60°以下であるため、中間周波信号用伝送線路は、高周波信号から見ると電気長が20°以上且つ60°以下の先端開放スタブと等価になる。

【0021】したがって、上記中間周波信号用伝送線路で実現された等価的な先端開放スタブの電気長が調整されることによって、上記アンチパラレルダイオードペアの接合容量がより厳密にキャンセルされるのである。

【0022】また、第2の発明の高周波通信回路装置は、上記第1の発明の偶高調波ミキサを、アップコンバータおよびダウンコンバータの少なくとも一方として使用したことを特徴としている。

【0023】上記構成によれば、アップコンバータとして上記第1の発明の偶高調波ミキサを用いた場合には、上記アップコンバータの変換損は小さくなり、出力も大きくなる。したがって、所望の送信機出力を得る場合におけるアンプの段数低減が可能になる。また、ダウンコンバータとして上記第1の発明の偶高調波ミキサを用いた場合には、受信機の低雑音化が可能になる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、この発明を図示の実施の形態により詳細に説明する。

<第1実施の形態>図1は、本実施の形態の偶高調波ミキサにおける構成を示す図である。尚、ここでは、中間周波信号(周波数 f_{IF})と局発信号(周波数 f_{LO})とを入力し、周波数 f_{LO} の2倍と周波数 f_{IF} とを混合した周波数の高周波信号(周波数 f_{RF})を出力するアップコンバータ

用偶高調波ミキサである場合を例に説明する。すなわち、周波数 f_{RF} と周波数 f_{IF} と周波数 f_{LO} との間には、以下の関係があるのである。

$$f_{RF} = 2 \times f_{LO} \pm f_{IF}$$

【0025】本偶高調波ミキサは、2つのダイオードを夫々の極性を逆にして並列接続して成るアンチパラレルダイオードペア21と、第1伝送線路22と、第2伝送線路23と、先端開放スタブ24と、先端短絡スタブ25と、中間周波信号用伝送線路26と、高周波信号用伝送線路27と、局発信号用伝送線路28と、キャパシタ29、30、31で構成される。

【0026】上記アンチパラレルダイオードペア21の一端に第1伝送線路22の一端が接続され、第1伝送線路22の他端32に先端開放スタブ24が接続されている。また、アンチパラレルダイオードペア21の他端に第2伝送線路23の一端が接続され、第2伝送線路23の他端33に先端短絡スタブ25が接続されている。第1伝送線路22と先端開放スタブ24との接続点32に、高周波信号用伝送線路27および中間周波信号用伝送線路26の一端が接続されている。また、第2伝送線路23と先端短絡スタブ25との接続点33に、局発信号用伝送線路28が接続されている。

【0027】上記中間周波信号用伝送線路26の他端34にはキャパシタ29の一端が接続されると共に、キャパシタ29の他端は接地されている。また、高周波信号用伝送線路27の他端および局発信号用伝送線路28の他端には、キャパシタ30およびキャパシタ31の一端が接続されている。そして、中間周波信号用伝送線路26とキャパシタ29との接続点34が中間周波信号用端子35となり、キャパシタ30およびキャパシタ31の他端が高周波信号用端子36および局発信号用端子37となっている。

【0028】上記先端短絡スタブ25の電気長は、高周波信号の波長に対して略180°となっており、先端開放スタブ24の電気長は高周波信号の波長に対して220°となっている。また、第1伝送線路22および第2伝送線路23の電気長は、夫々高周波信号の波長に対して略20°となっている。また、中間周波信号用伝送線路26は高周波信号に対して略90°となっている。さらに、中間周波信号の周波数 f_{IF} が高周波信号の周波数 f_{RF} と比較して非常に小さい場合には、

$$f_{RF} \approx 2 \times f_{LO}$$

となるために、先端短絡スタブ25の電気長は局発信号の波長に対して略90°となり、先端開放スタブ24の電気長は局発信号の波長に対して略110°となる。

【0029】先端短絡スタブ25は、接続点33において高周波信号に対しては短絡と見なせるのに対して、局発信号に対しては開放と見なすことができ、何も接続されていないのに等しい。一方、先端開放スタブ24は、高周波信号に対しては、電気長40°の先端開放スタブ

と同インピーダンスとなる。これは、高周波信号に対しては容量

$$C = 1/(\omega Z_c) \cdot \tan(4\theta')$$

ここで、 ω ：高周波信号の角周波数

Z_c ：先端開放スタブの特性インピーダンス

のシャントキャパシタと等価に機能する。

【0030】上記構成の偶高調波ミキサは、以下のよう
に動作する。すなわち、上記中間周波信号用端子35から
入力された中間周波信号は、中間周波信号用伝送線路
26および第1伝送線路22を通して、アンチパラレル
ダイオードペア21に入力される。一方、局発信号用端
子37から入力された局発信号は、キャパシタ31、局
発信号用伝送線路28および第2伝送線路23を通過し
て、アンチパラレルダイオードペア21に入力される。
こうして、アンチパラレルダイオードペア21に入力さ
れた中間周波信号と局発信号とは、ダイオードの非線
型性によって混合されて高周波信号が高周波信号用端
子36から出力される。

【0031】上記中間周波信号は、周波数 f_{IF} が低い
ので、キャパシタ30およびキャパシタ31を殆ど通過
せず、高周波信号用端子36および局発信号用端子31
には殆ど漏れない。また、先端開放スタブ24の接続
点32は、局発周波数に対して低インピーダンスとな
り、局発信号(周波数 f_{LO})は中間周波信号用端子35
および高周波信号用端子36には殆ど出力されない。
また、局発信号の2倍波(周波数 $2f_{LO}$)は、アンチ
パラレルダイオードペア21内でキャンセルされる
ため、何れの端子35、36、37にも出力されない。

【0032】上記第1伝送線路22と第2伝送線路23
は、高周波信号に対してインダクティブに機能する。
したがって、本偶高調波ミキサの構成を高周波信号
に対する等価回路で示すと、図2に示すように表す
ことができる。尚、ここでは、アンチパラレルダイ
オードペア21を構成する各ダイオードの等価回路
を、接合容量と非線型抵抗との並列回路だけの理
想的なものとして表している。

【0033】図2に示す等価回路は、上記アンチ
パラレルダイオードペア21の接合容量41および非
線型抵抗42と、第1インダクタ43と、第2インダ
クタ44と、シャントキャパシタ45と、高周波信号
用伝送線路46で構成される。ここで、第1インダ
クタ43、第2インダクタ44、シャントキャパシタ
55および高周波信号用伝送線路46は、図1に示
す偶高調波ミキサにおける第1伝送線路22、第2
伝送線路23、先端開放スタブ24および高周波
信号用伝送線路27に対応している。

【0034】上記等価回路において、上記第1
インダクタ43および第2インダクタ44と接合容
量41とは互いに打ち消し合うために高周波特性
が向上する。すなわち、シャントキャパシタ45
の容量をアンチパラレルダイオードペア21の

動作時の接合容量41と略等価になるように設
定し、第1インダクタ43と第2インダクタ44
とのインピーダンスの合計を、シャントキャパ
シタ45のインピーダンスの絶対値と等しくな
るように設定すれば、線分A-A'から左を見た
インピーダンスZは、

$$Z = (\omega L)^2 / R$$

ここで、L：第1インダクタ43および第2
インダクタ44の合計インダクタンス

R：非線型抵抗42の動作時抵抗値

となり、その虚部は0となって接合容量41が
完全にキャンセルされる。こうして、接合容
量41がキャンセルされる結果、高周波特性
が向上するのである。

【0035】ここで、図1において、上記第1
伝送線路22および第2伝送線路23の電気長
が等しくなるように設定したが、それらの電
気長の合計が高周波信号の波長に対して電
気長 $4\theta'$ となっていれば、どのような長さ
配分となっても差し支えないのである。

【0036】図3は、図1に示す構成を有する
偶高調波ミキサを、砒化ガリウム基板上に形
成した具体例である。但し、図3(a)は平
面図であり、図3(b)は図3(a)におけるB-
B'矢視断面図である。基板のサイズは900
ミクロン×900ミクロンであり、基板の厚
さは100ミクロンである。高周波信号は60
GHz、局発信号は29.5GHz、中間周波信号
は1GHzである。

【0037】図3において、51はアンチ
パラレルダイオードペア、52は第1伝送線
路、53は第2伝送線路、54は先端開放
スタブ、55は先端短絡スタブ、56は中
間周波信号用伝送線路、57は高周波信号
用伝送線路、58は局発信号用伝送線路、
59、60、61はMIM(金属-絶縁物-
金属)キャパシタである。ここで、第1
伝送線路52、第2伝送線路53、先端開
放スタブ54、先端短絡スタブ55、高
周波信号用伝送線路57および局発信号
用伝送線路58は、特性インピーダンス
が略50Ωとなるように線路の幅を65
ミクロンに形成している。また、中
間周波信号用伝送線路56は、特性イン
ピーダンスが略70Ωとなるように線
路幅を30ミクロンに形成している。
さらに、MIMキャパシタ59、60、
61は、中間周波信号に対しては高イン
ピーダンスとなり、高周波信号および
局発信号に対しては低インピーダンス
となるように、その容量を0.4pFに
設定している。

【0038】上記先端短絡スタブ55の電
気長は上記高周波信号の波長に対して1
80°となり、先端開放スタブ54の電
気長は高周波信号の波長に対して略2
20°となっている。先端短絡スタブ55
は、先端がパッド62及びスルーホール
63を介して接地されており、上記先
端短絡スタブ55の電気長をスルーホ
ール63の電気長も含んで定義してい
る。したがって、60GHzに対する電
気長180°は870ミクロンとなるので、

端開放スタブ54の実効長は1050ミクロン、先端短絡スタブ55の伝送線路部の実効長は720ミクロン、パッド62およびスルーホール63の実効長は150ミクロンに夫々設定してある。

【0039】上記第1伝送線路52および第2伝送線路53は、夫々高周波信号の波長に対して略20'であり、すなわち夫々の実効値は100ミクロンとなっている。また、中間周波信号用伝送線路56の電気長は、第1伝送線路52との接続点において、高周波信号に対して開放となるように設定してある。すなわち、中間周波信号用伝送線路56とMIMキャパシタ59とスルーホール64との電気長の合計が、高周波信号に対して略90'となっている。つまり、中間周波信号用伝送線路56は300ミクロンである。

【0040】本実施の形態における偶高調波ミキサと従来の偶高調波ミキサとにおけるミキサとの特性を比較したものを図4に示す。図4は、1GHzの中間周波信号を入力して出力として60GHzの高周波信号を取り出した場合における中間周波信号の入力電力(横軸)と高周波信号の出力電力(縦軸)との関係を示す。図4によれば、本実施の形態による偶高調波ミキサの場合、従来の構成の偶高調波ミキサに比較して、変換損および出力共に2dB以上改善されることが分る。

【0041】以上のように、本実施の形態においては、2つのダイオードを夫々の極性を逆にして並列接続して成るアンチパラレルダイオードペア21の一端に第1伝送線路22の一端を接続し、この第1伝送線路22の他端32に先端開放スタブ24を接続している。また、アンチパラレルダイオードペア21の他端に第2伝送線路23の一端を接続し、この第2伝送線路23の他端33に先端短絡スタブ25を接続している。さらに、第1伝送線路22と先端開放スタブ24との接続点32に、高周波信号用伝送線路27および中間周波信号用伝送線路26を接続している。また、第2伝送線路23と先端短絡スタブ25との接続点33に、局発信号用伝送線路28を接続している。そして、第1伝送線路22と第2伝送線路23との電気長の合計を、高周波信号の波長に対して40'にしている。

【0042】さらに、上記先端短絡スタブ25の電気長を高周波信号の波長に対して略180'にしているため、先端短絡スタブ25は、接続点33において高周波信号に対しては短絡と見なせるのに対して、局発信号に対しては開放と見なすことができるため、何も接続されていないのに等しい。また、先端開放スタブ24の電気長を高周波信号の波長に対して220'にしており、高周波信号に対しては電気長40'のオープンスタブと等価になる。

【0043】このように、上記アンチパラレルダイオードペア21の両側に伝送線路22、23を追加し、先端開放スタブ24の電気長を調整することによって、アン

チパラレルダイオードペア21を構成するダイオードの接合容量がキャンセルされ、偶高調波ミキサの周波数変換特性および出力特性が向上するのである。

【0044】さらに、上記中間周波信号用伝送線路26の他端34にはキャパシタ29の一端を接続し、このキャパシタ29の他端を接地している。したがって、中間周波信号用伝送線路26およびキャパシタ29の実効的な電気長が高周波信号の波長に対して略90'となり、高周波信号に対して中間周波信号用伝送線路26は開放に見え、何も接続されていないのと等しくなる。

【0045】以上の構成を取ることによって、偶高調波ミキサの周波数変換特性および出力特性が向上することに加えて、高周波信号、局発信号および中間周波信号の互いのアイソレーションが取れるようになる。

【0046】尚、上記実施の形態においては、上記第1伝送線路22と第2伝送線路23との電気長の合計を高周波信号の波長に対して40'にしている。しかしながら、この発明は、上記40'に限定されるものではない。但し、各伝送線路の高周波信号の波長に対する電気長の合計は、20'よりも小さくなると図2におけるA-A'から左を見たインピーダンスがキャパシティブになり、60'よりも大きくなると上記インピーダンスがインダクティブになり、何れの場合も上述の効果を殆ど得ることができない。したがって、20'以上且つ60'以下に設定することが望ましい。また、上記実施の形態においては、先端開放スタブ24の電気長を高周波信号の波長に対して220'にしている。しかしながら、この発明は、上記220'に限定されるものではない。但し、先端開放スタブ24の高周波信号の波長に対する電気長は、200'よりも小さくなると図2におけるA-A'から左を見たインピーダンスがインダクティブになり、240'よりも大きくなると上記インピーダンスがキャパシティブになり、何れの場合も上述の効果を殆ど得ることができない。したがって、200'以上且つ240'以下に設定することが望ましい。

【0047】<第2実施の形態>図5は、本実施の形態の偶高調波ミキサにおける構成を示す図である。図5において、アンチパラレルダイオードペア71、先端開放スタブ73、先端短絡スタブ74、中間周波信号用伝送線路75、高周波信号用伝送線路76、局発信号用伝送線路77、キャパシタ78・79・80、中間周波信号用端子81、高周波信号用端子82および局発信号用端子83は、上記第1実施の形態における図1に示すアンチパラレルダイオードペア21、先端開放スタブ24、先端短絡スタブ25、中間周波信号用伝送線路26、高周波信号用伝送線路27、局発信号用伝送線路28、キャパシタ29・30・31、中間周波信号用端子35、高周波信号用端子36および局発信号用端子37と同じである。

【0048】伝送線路72は、その両端が上記アンチパラレルダイオードペア71と先端開放スタブ73とに接

続されて、図1における第1伝送線路22と第2伝送線路23の代わりを勤めている。そして、その電気長は高周波信号の波長に対して略40'となっている。このように、伝送線路をアンチパラレルダイオードペア71の片側のみに接続しても、上記第1実施の形態のごとく、第1伝送線路22および第2伝送線路23の二つの伝送線路をアンチパラレルダイオードペア21の両端に接続した場合と、略同様の効果を得ることができる。

【0049】<第3実施の形態>図6は、本実施の形態の偶高調波ミキサにおける構成を示す図である。図6において、アンチパラレルダイオードペア91、先端開放スタブ93、先端短絡スタブ94、中間周波信号用伝送線路95、高周波信号用伝送線路96、局発信号用伝送線路97、キャパシタ98・99・100、中間周波信号用端子101、高周波信号用端子102および局発信号用端子103は、上記第1実施の形態における図1に示すアンチパラレルダイオードペア21、先端開放スタブ24、先端短絡スタブ25、中間周波信号用伝送線路26、高周波信号用伝送線路27、局発信号用伝送線路28、キャパシタ29・30・31、中間周波信号用端子35、高周波信号用端子36および局発信号用端子37と同じである。

【0050】伝送線路92は、その両端が上記アンチパラレルダイオードペア91と先端短絡スタブ94とに接続されて、図1における第1伝送線路22と第2伝送線路23の代わりを勤めている。そして、その電気長は高周波信号の波長に対して略40'となっている。このように、伝送線路92を、アンチパラレルダイオードペア91の両端子における上記第2実施の形態の伝送線路72の場合とは逆の端子に接続しても、上記第1、第2実施の形態の場合と略同様の効果を得ることができる。

【0051】つまり、上記第1実施の形態における図1に示す第1伝送線路22と第2伝送線路23はその電気長の合計が略40'であればよく、極端な長さ配分の例が上記第2実施の形態および第3実施の形態なのである。

【0052】<第4実施の形態>図7は、本実施の形態の偶高調波ミキサにおける構成を示す図である。図7に示す偶高調波ミキサは、2つのダイオードを夫々の極性を逆にして並列接続して成るアンチパラレルダイオードペア111と、第1伝送線路112と、第2伝送線路113と、先端開放スタブ114と、先端短絡スタブ115と、中間周波信号用伝送線路116と、高周波信号用伝送線路117と、局発信号用伝送線路118と、キャパシタ119、120と、インダクタ121、122およびシャントキャパシタ123で成る低域通過フィルタ124で構成される。

【0053】上記アンチパラレルダイオードペア111の一端に第1伝送線路112の一端が接続され、第1伝

送線路112の他端125に先端開放スタブ114が接続されている。また、アンチパラレルダイオードペア111の他端に第2伝送線路113の一端が接続され、第2伝送線路113の他端126に先端短絡スタブ115が接続されている。第1伝送線路112と先端開放スタブ114との接続点125には、高周波信号用伝送線路117および中間周波信号用伝送線路116の一端が接続されている。また、第2伝送線路113と先端短絡スタブ115との接続点126には、局発信号用伝送線路118が接続されている。

【0054】上記高周波信号用伝送線路117の他端および局発信号用伝送線路118の他端には、キャパシタ119およびキャパシタ120の一端が接続されている。そして、キャパシタ119およびキャパシタ120の他端が高周波信号用端子127および局発信号用端子128となっている。尚、先端短絡スタブ115の電気長は高周波信号の波長に対して略180'となっている。

【0055】上記中間周波信号用伝送線路116の他端には、低域通過フィルタ124を構成するインダクタ122およびインダクタ121を順次直列に接続し、インダクタ121とインダクタ122との接続点にシャントキャパシタ123の一端を接続している。そして、シャントキャパシタ123の他端を接地し、インダクタ121の先端を中間周波信号用端子129としている。

【0056】本実施の形態は、上記第1実施の形態と、上記先端開放スタブ114の電気長が高周波信号の波長に対して略180'となっている点、中間周波信号用伝送線路116の電気長が高周波信号に対して略40'となっている点、中間周波信号用伝送線路116の先端にインダクタ121、122およびシャントキャパシタ123で成る低域通過フィルタ124が接続されている点において異なる。

【0057】このように、上記先端開放スタブ114は、その電気長が高周波信号の波長に対して略180'となっているので高周波信号に対しては開放となり、何も接続されていないのと等しい。一方、低域通過フィルタ124は高周波信号に対して開放と見え、中間周波信号用伝送線路116は、その電気長が高周波信号に対して略40'となっているために、高周波信号からみると電気長が略40'の先端開放スタブと等価になる。したがって、本実施の形態における偶高調波ミキサは、高周波信号に対しては、上記第1実施の形態における図2に示す等価回路で表わすことができ、上記第1実施の形態の場合と全く同じ効果が得られるのである。その場合、第1インダクタ43、第2インダクタ44、シャントキャパシタ55及び高周波信号用伝送線路46は、図7に示す偶高調波ミキサにおける第1伝送線路112、第2伝送線路113、中間周波信号用伝送線路116で実現された等価的な先端開放スタブ及び高周波信号用伝送線路

117に対応している。また、中間周波信号は低域通過フィルタ124を通過することが可能なのに対して、局発信号波は低域通過フィルタ124を通過することができない。以上のことより、本実施の形態は、上記第1実施の形態の場合と全く同様の機能を持つのである。

【0058】尚、上記低域通過フィルタ124を構成するインダクタ121、122とシャントキャパシタ123の具体的な値の一例として、例えば高周波信号60GHz、中間周波信号1GHz、局発信号29.5GHzである場合には、夫々のインダクタは3nH、シャントキャパシタは1pFが適当である。また、本実施の形態においては、低域通過フィルタ124を、直列に接続されたインダクタ121、122と、両インダクタ121、122の接続点に接続されたシャントキャパシタ123とで構成している。しかしながら、この発明は、これに限定されるものではない。

【0059】また、上記第1伝送線路112と第2伝送線路113とは、上記第1実施の形態で述べたようにそれらの電気長の合計が高周波信号に対して略40°であればよい。したがって、上記第2あるいは第3実施の形態の場合と同様に、伝送線路をアンチパラレルダイオードペア111の何れか片側の端子にまとめてしまっても差し支えない。

【0060】また、上記実施の形態の場合にも、上記第1伝送線路112と第2伝送線路113との高周波信号の波長に対する電気長の合計は、上記40°に限定されるものではなく、20°以上且つ60°以下であればよい。また、中間周波信号用伝送線路116の電気長を高周波信号に対して略40°にしている。しかしながら、この発明は、上記40°に限定されるものではない。但し、中間周波信号用伝送線路116の高周波信号の波長に対する電気長は、20°よりも小さくなると図2におけるA-A'から左を見たインピーダンスがインダクティブになり、60°よりも大きくなると上記インピーダンスがキャパシティブになり、何れの場合も上述の効果を殆ど得ることができない。したがって、20°以上且つ60°以下に設定することが望ましい。

【0061】＜第5実施の形態＞本実施の形態は、上記第1～第4実施の形態における偶高調波ミキサをアップコンバータおよびダウンコンバータとして用いた高周波通信回路装置に関する。図8は、本高周波通信回路装置におけるブロック図である。図8において、送信機131は、変調信号源133、アップコンバータ134、帯域通過フィルタ135、パワーアンプ136、アンテナ137および局発信号源138で構成される。また、受信機132は、チューナ139、ダウンコンバータ140、帯域通過フィルタ141、ローノイズアンプ142、アンテナ143および局発信号源144で構成される。

【0062】上記構成を有する高周波通信回路装置は、以下のように動作する。すなわち、送信機131の変調

信号源133で生成される中間周波信号は1GHzから2GHzの間を占めており、アップコンバータ134の中間周波信号用端子(35, 81, 101, 129に相当)に入力される。一方、局発信号源138で生成される局発信号は周波数29.5GHzの正弦波であり、アップコンバータ134の局発信号用端子(37, 83, 103, 128に相当)に入力される。そして、上記中間周波信号と局発信号とはアップコンバータ134内で混合される。こうして、アップコンバータ134から発生する信号のうち、周波数60GHzから61GHzの間の高周波信号のみが帯域通過フィルタ135を通過し、パワーアンプ136で増幅され、アンテナ137から高周波電波145として放射される。

【0063】上記放射された高周波電波145は、上記受信機132のアンテナ143で受信されて受信機の高周波信号となり、ローノイズアンプ142で増幅される。さらに帯域通過フィルタ141を通過して、ダウンコンバータ140の高周波信号用端子(36, 82, 102, 127に相当)に入力される。一方、局発信号源144で生成された周波数29.5GHzの正弦波の信号は、ダウンコンバータ140の局発信号用端子に入力される。そして、高周波信号は、ダウンコンバータ140の内部で局発信号と混合され、再び周波数1GHzから2GHzの間の中間周波信号に変換される。こうして得られた中間周波信号はチューナ139に入力されて、所望の情報に変換される。

【0064】上述したように、上記アップコンバータ134およびダウンコンバータ140は、上記第1～第4実施の形態における偶高調波ミキサを用いており、アップコンバータ134とダウンコンバータ140として全く同じ構成のものを使用することが可能である。また、パワーアンプ136とローノイズアンプ142、アンテナ137とアンテナ143、局発信号源138と局発信号源144は、夫々同じ構成のものを用いてもよい。

【0065】特に、上記高周波信号の周波数がミリ波帯のような非常に高い周波数である場合には、高周波アンプ1段当りの利得は低くなる。そのために、所望の送信機出力を得るためには、アップコンバータ134の変換損が小さく且つ出力が大きいことが望ましい。また、受信側も、ダウンコンバータ140の変換損ができるだけ小さいことが低雑音化の観点から望ましい。

【0066】すなわち、本実施の形態によれば、上記第1～第4実施の形態における偶高調波ミキサを本高周波通信回路装置のアップコンバータ134とダウンコンバータ140とに用いることによって、アンプの段数の低減が可能となり、小型で低価格な高周波通信回路装置を実現することが可能になる。さらに、第1～第4実施の形態における偶高調波ミキサをダウンコンバータ140として用いることによって、受信機132の低雑音化が可能になり、通信可能な距離を伸ばすことができる。

尚、必ずしもアップコンバータ１３４とダウンコンバータ１４０との両方に上記第１～第４実施の形態における偶高調波ミキサを適用する必要はなく、いずれか一方のみに適用しても差し支えない。

【００６７】

【発明の効果】以上より明らかなように、第１の発明の偶高調波ミキサは、アンチパラレルダイオードペアの両端における少なくとも一方に伝送線を接続し、上記アンチパラレルダイオードペアの一端または上記伝送線路に先端開放スタブを接続し、上記アンチパラレルダイオードペアの他端または上記伝送線路に先端短絡スタブを接続し、上記アンチパラレルダイオードペアまたは伝送線路上と上記先端開放スタブとの接続点に高周波信号用伝送線路および中間周波信号用伝送線路を接続し、上記アンチパラレルダイオードペアまたは伝送線路上と上記先端短絡スタブとの接続点に局発信号用伝送線路を接続し、上記各伝送線路の電気長の合計を高周波信号の波長に対して２０'以上且つ６０'以下にしたので、上記アンチパラレルダイオードペアの両端における少なくとも一方に接続されている伝送線路によって、上記アンチパラレルダイオードペアを構成する２つのダイオードの接合容量をキャンセルできる。したがって、本偶高調波ミキサの周波数変換特性および出力特性を向上することができる。

【００６８】また、１実施例の偶高調波ミキサは、上記先端短絡スタブの電気長を高周波信号の波長に対して略１８０'とし、上記先端開放スタブの電気長を高周波信号の波長に対して２００'以上且つ２４０'以下としたので、上記先端短絡スタブは、接続点において高周波信号に対しては短絡と見なせる一方、局発信号に対しては開放と見なすことができるため、何も接続されていないのに等しいと見なすことができる。したがって、上記先端開放スタブの電気長を調整することによって、上記アンチパラレルダイオードペアの接合容量をより厳密にキャンセルすることができる。

【００６９】また、１実施例の偶高調波ミキサは、上記中間周波信号用伝送線路の他端にキャパシタを接続して接地し、上記中間周波信号用伝送線路とキャパシタとの接続点に中間周波信号用端子を設け、上記中間周波信号用伝送線路およびキャパシタの実効的な電気長を高周波信号の波長に対して略９０'としたので、高周波信号に対して上記中間周波信号用伝送線路は開放に見え、何も接続されていないのと等しくなる。したがって、上記高周波信号、局発信号および中間周波信号の互いのアイソレーションを取ることができる。

【００７０】また、１実施例の偶高調波ミキサは、上記中間周波信号用伝送線路の他端に低域通過フィルタを接続し、上記低域通過フィルタの端に中間周波信号用端子を設けたので、上記中間周波信号用伝送線路の電気長が高周波信号の波長に対して２０'以上且つ６０'以下であ

る場合には、上記中間周波信号用伝送線路は、高周波信号に対して電気長が２０'以上且つ６０'以下の先端開放スタブと等価になる。その場合には、上記中間周波信号用伝送線路で実現された等価的な先端開放スタブの電気長を調整することによって、上記アンチパラレルダイオードペアの接合容量をより厳密にキャンセルすることが可能になる。

【００７１】また、１実施例の偶高調波ミキサは、上記先端開放スタブの電気長を上記高周波信号の波長に対して略１８０'としたので、上記高周波信号に対しては開放となり、上記アンチパラレルダイオードペアの一端には伝送線路以外は何も接続されていないのと等しくなる。また、上記先端短絡スタブの電気長を上記高周波信号の波長に対して略１８０'としたので、接続点において高周波信号に対しては短絡と見なせるのに対し、局発信号に対しては開放と見なすことができるため、何も接続されていないのに等しい。また、上記中間周波信号用伝送線路の電気長を高周波信号の波長に対して２０'以上且つ６０'以下としたので、上記低域通過フィルタが高周波信号に対して開放と見えるため、上記中間周波信号用伝送線路の電気長は高周波信号から見ると２０'以上且つ６０'以下の先端開放スタブと等価になる。

【００７２】したがって、上記中間周波信号用伝送線路で実現された等価的な先端開放スタブの電気長を調整することによって、上記アンチパラレルダイオードペアの接合容量を厳密にキャンセルできる。すなわち、本偶高調波ミキサの周波数変換特性および出力特性を更に向上することができるのである。

【００７３】また、第２の発明の高周波通信回路装置は、上記第１の発明の偶高調波ミキサを、アップコンバータおよびダウンコンバータの少なくとも一方として使用したので、上記第１の発明の偶高調波ミキサを上記アップコンバータとして用いた場合には、上記アップコンバータの変換損を小さくでき、出力も大きくできる。したがって、所望の送信機出力を得る場合におけるアンプの段数を低減できる。また、上記ダウンコンバータとして用いた場合には、受信機の低雑音化が可能になる。すなわち、この発明によれば、小型で低価格な且つ高性能な高周波通信回路装置を実現することができるのである。

【図面の簡単な説明】

【図１】 この発明の偶高調波ミキサにおける構成を示す図である。

【図２】 図１に示す偶高調波ミキサの構成を高周波信号に対する等価回路で表した図である。

【図３】 図１に示す偶高調波ミキサを砒化ガリウム基板上に形成した具体例を示す図である。

【図４】 図１に示す偶高調波ミキサと従来の偶高調波ミキサとの特性の比較図である。

【図５】 図１とは異なる偶高調波ミキサの構成図であ

【図6】 図1及び図5とは異なる偶高調波ミキサの構成図である。

【図7】 図1、図5及び図6とは異なる偶高調波ミキサの構成図である。

【図 8】 この発明の高周波通信回路装置におけるブロック図である。

【図9】 従来の偶高調波ミキサにおける構成図である。

【符号の説明】

2 1, 5 1, 7 1, 9 1, 1 1 1...アンチパラレルダイオードペア、

2 2, 5 2, 1 1 2...第1伝送線路、

2 3, 5 3, 1 1 3…第2 伝送線路、

24, 54, 73, 93, 114…先端開放スタブ、

25, 55, 74, 94, 115…先端短絡スタブ、

2 6, 5 6, 7 5, 9 5, 1 1 6…中間周波信号用伝送線

路、

27, 46, 57, 76, 96, 117...高周波信号用伝送
線路、

28, 58, 77, 97, 118...局発信号用伝送線路、

29, 30, 31, 78, 79, 80, 98, 99, 100, 1

19, 120…キャパシタ、

3 5, 8 1, 1 0 1, 1 2 9...中間周波信号用端子、

3 6, 8 2, 1 0 2, 1 2 7...高周波信号用端子、

3 7, 8 3, 1 0 3, 1 2 8…局発信号用端子、

4 1…接合容量、

4 2…非線型抵抗、

43…第1インダクタ、

44…第2インダクタ、

45. 123…シヤントキャパシタ、

59. 60. 61...MIMキャパシタ、

62…パッド、

63. 64…スルーホール、

72.92… 伝送線路、

1 2 1, 1 2 2…インダクタ、

1 2 4...低域通過フィルタ、

1 3 1...送信機、

1 3 2...受信機、

1 3 3...変調信号源、

134…アップコンバータ、

1 3 5, 1 4 1…帯域通過フィルタ、

1 3 6...パワーアンプ、

1 3 7, 1 4 3…アンテナ、

138, 144…局発信号源、

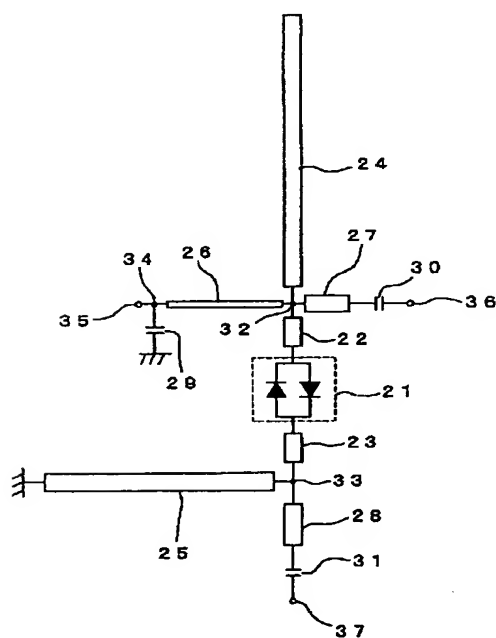
139…チューナ、

140…ダウンコンバータ、

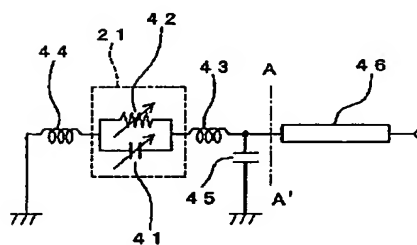
142…ローノイズアンプ、

1 4 5…高周波電波。

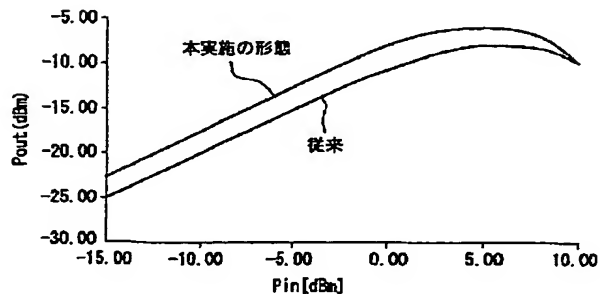
【図 1】



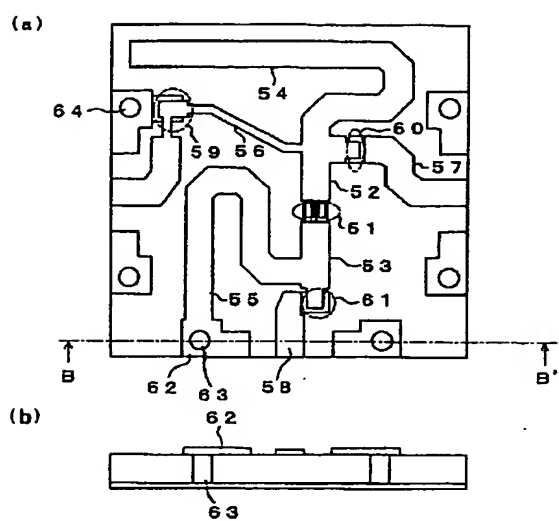
【图2】



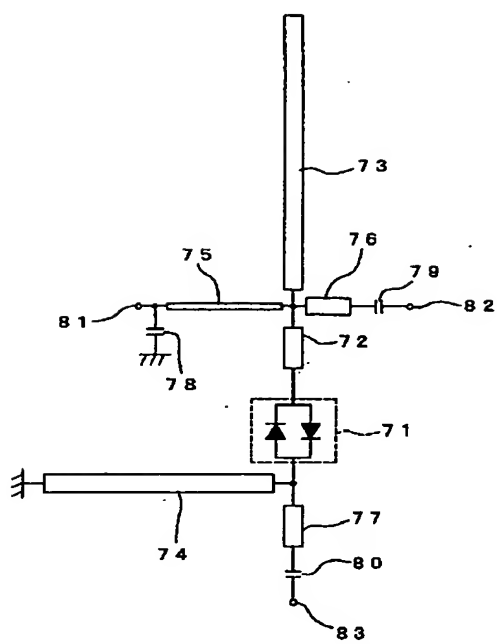
【图 4】



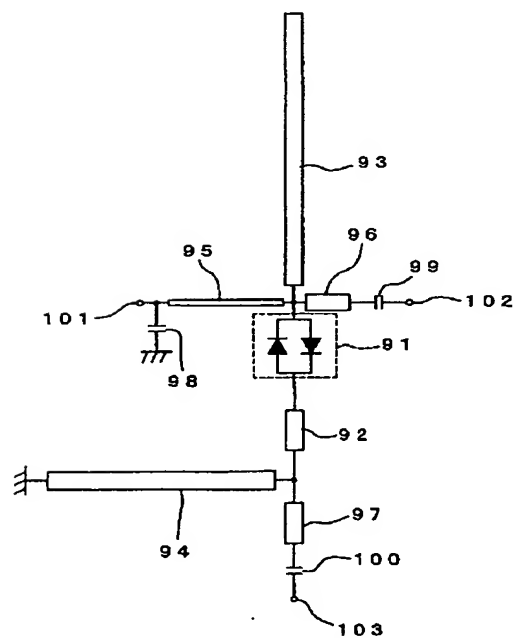
【図3】



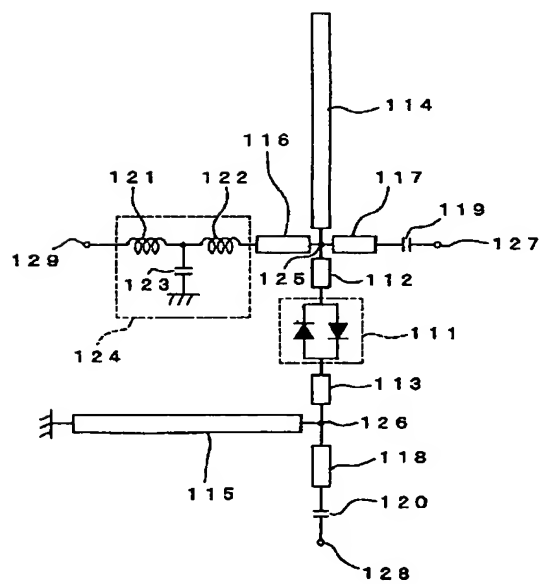
【図5】



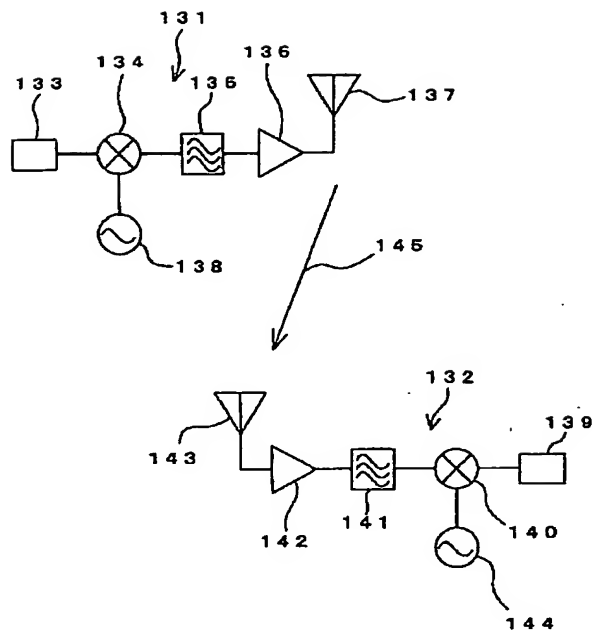
【図6】



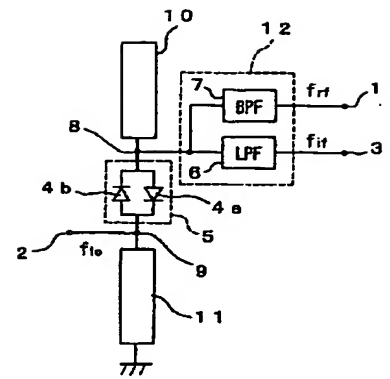
【図7】



【図8】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.